## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

60-221142

(43)Date of publication of application: 05.11.1985

(51)Int.CI.

B21J

1/06 B21J

B21J 5/00

(21)Application number: 59-068823

(22)Date of filing:

05.04.1984

(71)Applicant: KOBE STEEL LTD

(72)Inventor: FUKUI IZUMI

TAKADA YOSHIO SUZUKI TOSHIO Maeji Hiroshi

**UMEDA TAKEHIRO** HARADA MASAYUKI

#### (54) FORGING OF MG-ZN-ZR ALLOY

(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain a forged product of Mg-Zn-Zr alloy excellent in strength and toughness by setting strictly condition of forging in the first step, rolling reduction in the second and subsequent steps and forging temperature in the final step.

CONSTITUTION: An alloy composed of 1.5W6.5wt% Zn, 0.45% or more Zr, the balance substantially Mg is forged by two or more times of processes. In forging of the first step, temperature is set to 360W450° C, and when roll down parallel to metal flow of the material, rolling reduction is made to above 80%, and when roll down vertically, rolling reduction is set to above 50%. In forging of the second and later steps, rolling down is made vertical to metal flow and making total rolling reduction above 30%. Further, forging temperature in the final step is set to 212W290° C. By this method of forging, a forged product of Mg-Zn-Zr alloy excellent in mechanical properties both in L direction and LT direction can be obtained.

#### **LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

# **BLANK PAGE**

### ⑩日本国特許庁(JP)

#### 10 特許出願公開

#### @公開特許公報(A) 昭60-221142

@Int.Cl.4	. (00	設別記号	庁内整理番号	❷公開	昭和60年(1985)11月5日				
B 21 J	1/02 1/06 5/00		7728-4E 7728-4E 7728-4E	審査請求 有	発明の数 1 (全11頁)				

の発明の名称 Mg-Zn-Zr合金の鍛造方法

> @**4** 頤 昭59-68823

❷出 昭59(1984)4月5日

<b>母発</b>	眀	者	福	井		泉	名古屋市守山区守山更屋敷161
砂発	明	者	高	田	与	男	犬山市大字五郎丸字森上1-68
砂発	蚏	者	给	木	敏	夫	名古屋市南区外山町3-17
砂発	明	者	ĦŰ	地		宏	瀬戸市萩山台5丁目47
砂発	明	者	梅	田	廷	洋	岐阜県可児郡可児町土田2416-1
砂発	明	者	原	田	雅	行	名古屋市西区租生町杁先2200-153
砂出	顕	人	株式	<b>C会社</b> 和	中戸製鋼	阿所	神戸市中央区脇浜町1丁目3番18号
多代	理	人	弁理	土 植	木 夕	<b>t</b> —	

#### 1.発明の名称

Mg-Zn-Zr合金の鍛造方法

#### 2.停許請求の範囲

Zn: 1.5~6.5%(重量が:以下同じ)及び Z r ; 0.45 %以上を含み、残部が実質的にMg であるMg-Zn-Zr合金を2回以上に分けて 鍛造する方法であつて、

第1段の鍛造では温度を360~450℃に設 定すると共化、

素材のメタルフローと平行に圧下する場合は 圧下率を80岁以上に、また

衆材のメタルフローと垂直に圧下する場合は、 圧下率を50%以上に、

#### 夫々股定し

第2段以後の鍛造では素材のメタルフローに対 して垂直で且つ総圧下率が808以上となる様に 圧下するととを契件とし、

最終段の鍛造温度は212~290℃に設定す るととを特徴とするMB-2n-2ょ合金の鍛造

#### 方法。

#### 3.発明の詳細な説明

本発明はMgーZn-Zs合金の鍛造方法に関 し、特に強度及び靱性の優れた同合金鍛造品を得 ることのできる方法に関するものである。

ZK60A合会に代表されるMgーZnーZr 合金(以下単にMg合金というととがある)は徳 めて経食で且つ強度も優れている為、航空根やへ リョプター等の部品を中心にして広く実用化され ている。ところでMg合金は母密大方品金餌でも る為異方性が大きく、鍛造加工においては底面す ペリ、非底面ナペリ及び双晶変態の8者がナペて 発生した場合に限り均一な変形が生じるというと とが確認されており、とれらの変態等を発生させ るに必要な力は鍛造包皮によつて若しく異なる。 從つてMg合金の設造に当たつては鍛造臨度によ つて変形の様相が異なり、製品の物性に大きな影 袋を及ぼす。また呉方性が大きいととにより鍛造 品の機械的性質は鍛造品自身のメタルフローの影 僕を受け易い。一方鍛造品自身のメダルフローは、 飲造数度や圧下率更には未材自身のメタルフロー により考しい影響を受けると考えられるが、現在 のととろこれら鍛造条件とメタルフロー及び機械 的性質の関係については必ずしも明確にされてい ない。

本発明者等はとうした状況のもとで、奴造条件とメタルフロー及び機械的性質の関係を明確にし、特に強度及び靱性の優れたMg合金銀造品を得るととのできる技術を確立しようとして程々研究を進めてきた。本発明はとうした研究の結果完成されたものであつて、その構成は、Zn:1.5~6.5%(重量が:以下同じ)及びZr:0.45%以上を含み、強部が実質的にMgであるMgーZn-2r合金を2回以上に分けて銀造する方法であつて、

第1段の飲造では程度を360~450℃に設 定すると共に、

業材のメタルフローと平行に圧下する場合は 圧下率を80岁以上に、また

素材のメタルフローと叠直に圧下する場合は

圧下率を50%以上に、

失々設定し、

第2段以後の銀造では未材のメタルフローに対して設置で且つ総圧下率が30 列以上となる様に 圧下することを受件とし、

最終以の叙述選抜は212~290℃に設定し、 て競选する。

ととろに妥旨を有するものである。

以下実験の経緯を迫つて本発明の構成及び作用 効果を幹額に説明する。

前述の様なMg合金を競选する場合、2段階以上に分けて鍛造が行なわれることは周知の通りであるが、本発明者等はまず第1段目の鍛造条件が 鍛造品のミクロ組織及び機械的性質にどの様な影響を与えるかを明確にする為次の実験を行なつた。

即も素材としてボタ・メタル社製のZK60A 合金(化学成分は下配の通り)よりなる押出棒( 175mm+)を使用し、との押出棒から第1図((), 倒に示す様に鍛造用素材Sを切り出した。

(本行余序

供試索材の化学成分(重量を)

Z n	Zr	不総物	Mg		
4.8 1 6	0.596	tr	颈部		

との来材 S を納 3 図(A)、図に示す金型(図中1はホルダ、2 は模型、8 は下型、4 は上型を示す)にセットし、米材 S の検方向(以下 L T方向) 関端面側を模型 2 で拘束しそれと直角方向(以下 L 方向)のみに変形が起こる様にして、メタルフローと平行又は母直に所定の条件で圧下する。

次いで競造後の各集材に丁』処理(保造輸入れ

150℃×24 hrs)を施し、第4図(A)、(B)に示す 位置からし方向、LT方向及びST方向の引張試 缺片を失々採取して引張試験を行なりと共に、試 験片中央部断面のマタロ組織観察、引張試験チャ ック部及び同破断部のミタロ組織観察を行なつて メタルフローを調べた。

結果を以下に詳述する。

第8図は、メタルフローの温度及び圧下率による影響を示す図面代用版像鏡写真(銀造条件毎に 表形式にまとめたもの:何れも組織観察は1方向) であり、素材のメタルフローと平行又は垂直に圧 下率80分で圧下した場合を示している。

とれらの写真からも明らかな様に叙造品のメメ ルフローは、

- ②条材のメタルフローに対する圧下方向、
- ⑧圧下率、及び
- ① 级进温度

によつて若しく変わるが、次の様な事実を確認す ることができる。

(4)較近程度を850℃以下に設定した場合は、

圧下方向や圧下率の如何を関わず鍛造品のメタルフローは不均一で一部に花弁状の組織が認められる。

関圧下方向を案材のメタルフローと平行にした場合(第5図の左列)、メタルフローは鍛造の進行と共に圧下方向に対して垂直方向へ流れを変えるが、鍛造温度が350℃以下では圧下率の如何を問わずメタルフローが完全に変わり切つておりず、一部に花弁状の組織が認められる。また圧下率を50多に設定した場合は鍛造温度を400℃まで高めても均一なメタルフローは得られない。とれに対し圧下率を80多に設定すると、级造温度が350℃までは依然としてメタルフローが不均一であるが、400℃になると一方々向の均一なメタルフローが得られている。

(C)圧下方向を素材のメタルフローに対して母直にした場合(第5図の右列)、メタルフローの向きは低して変らず素材中のメタルフローが更に引延される方向になるが、部分的には酸メタルフローと交換する方向の流れも生じて局部的に花弁状

の超級が見受けられる。そして銀造温度を 8 5 0 で以下に設定した場合は圧下率の如何に関係なく 前配交差方向の流れが認められるが、銀造温度を 3 6 0 で以上(例えば 4 0 0 で)に設定すると、 交送方向の流れがなくなつて均一なメタルフロー を得るととができる。

次に第6図は、圧下方向を案材のメタルフロー と平行にした場合における、鍛造品のL方向の根 域的性質に及ぼす圧下率及び鍛造温度の影響につ いて、多数の実験データをまとめて示したもので ある。

との図からも明らかな様に、鍛造品の引張強度 及び耐力は圧下率を高めるにつれて当初はかなり 低下してくるが、圧下率30多付近から上昇傾向 を示す様になる。その後の上昇傾向は鍛造温度に 転する。850℃以下では上昇傾向が比較的緩慢 であるが、鍛造温度が400℃の場合は敗上昇傾 向が奢しく、同温度で80多圧下した場合の引張 強度及び耐力は鍛造前のものを上回る高い値を示 している。

一方第7図は、圧下方向を栄材のメタルフロー に対して垂直とした場合における、銀造品のL方 向の根據的性質に及ぼす圧下率及び銀造温度の影 質を示した契数結果のグラブであり、との場合の 傾向は第6図の場合とは若干異なり、銀造温度を 400℃に設定し圧下率を50メ以上にしてやれ ば十分満足のいく引張強度及び耐力を得るととが できる。

こうした機械的性質の変化は、第5図で説明した鍛造品のメタルフローと整合性の良い相関々係を有しており、鍛造品のメタルフローを一方々向の外の均質なものとなし得る鍛造条件下で鍛造したものでは引張強度及び耐力は何れる満足を総合すると、第1段目の鍛造条件として下配の好選条件を定めることができる。尚上記実験例からも明弘改成、卸力及びメタルフローの何れるが良好となるけれども、450℃を短えるとMgの鏡類がいまります。50、18F。等の保護雰囲

気中で加熱する必要があり、実用性に欠けるので、 鍛造温度の上限は 4 5 0 ℃に定めている。

- (1) 米材のメタルフローと平行に圧下する場合 は、鍛造温度を360~450℃、圧下率 を80%以上にして鍛造すべきである。
- (II) 索材のメタルフローに対し鉛値に圧下する場合は、鍛造温度を同じく360~450 で、圧下率は50%以上にして鍛造すべきである。

ととろで前配部6,7図では鍛造品のL方向の 引張強度及び耐力について検討したが、LT方向 の引張強度等に与える鍛造条件の影響についても 明らかにすべく突敵を行なつたところ、特に耐力 に関してはむしろ鍛造態度を低くすることが好き しく、前述したL方向の機械的強度の改善傾向と は反対の傾向を示すことが確認された。

ちなみに第8図は、圧下方向をメタルフローと 平行にした場合のして方向の機械的性質に及ぼす 競造製度及び圧下率の影響を示したグラフ、第9 図は圧下方向をメタルフローに対して垂直にした

### 持續昭 60-221142 (4)

場合の何影像を示したグラフであり、何れの場合 も特にLT方向の耐力については鍛造包度を低く する程高くなつている。

即ちして方向の耐力改善という観点からすれば、 し方向の機械的性質の最適条件として挙げた前配 (I) 及び(II) の数定要件は必ずしも良好とは甘い 難い。尚録造品のST方向の機械的性質について は、別途行なつた実験により、級造程度や圧下率 にもまり影響を受けないととを確認している。

即ち第10回は、第1段目の鍛造条件を①圧下 方内:素材のメタルフローに平行、②圧下率:80 4、③絵流弧度:300,350又は400℃に ・央々設定し、第2段目の鍛造機度及び圧下率を変 えた場合にかける飯造品のL方向(第10図左側) 及びして方向(第10図右側)の機械的性質の変 化を示したグラフである。又第11回は、第1段 目の叙造条件を①圧下方向:素材のメメルブロー に対し垂直、®圧下率:80%、®穀造量度: 800,850又は400℃に央々設定し、第2 段目の穀造塩皮及び圧下率を変えた場合に⇒ける 録逸品のL方向(第11図左何)及びLT方向( 第11図右側。)の機械的性質の変化を示したグラ フである。 尚第2段目の鍛造は第1段の鍛造に引 を続いて行なわれるものであり、第1段栄逸済み の素材のメメルフローは何れも素材板の長さ方向 **に平行となつているので、第2段目の鍛造時に≯** ける圧下方向は何れの場合もメタルフローに対し て臸寅とたる。

とれらの図からも明らかを様化、L方向の引張 強度及び耐力は第2段目の銀造条件によってもま り影響を受けず何れも高い値を示している(第10 図及び第11図)。とれに対しLT方向の根核的

強度、珠に耐力は第2段目の圧下率を高めるにつ れ向上し、30%以上より好さしくは50%以上 の圧下率とするととによつて相当改替される。珠 に第1段目の鍛造を素材のメメルフローと平行方 向に加えたものでは、第2段目の段造条件を適正 に餌整するととによつてLT方向の耐力を楽しく 高めるととができる。また第1段目の鍛冶を未材 のメメルフローと垂直方向の圧下により行なつた ものでは、第2段目の鍛造条件を遺正に餌整する ととによつてレア方向の仲びを相当改替し得ると、 とが分かる。そしてとの様なして方向の耐力及び 伸びの改善効果は、第2段目の鍛造程度を低くし た方が有効に発揮されるようである(第10、11 図参照)。そとで第2段目の鍛造における好道區 座を明確にすべく実験を行なつたととろ、との包 皮が290℃を超えると上記の様な第2段目録造 による耐力及び伸びの改善効果が十分に発揮され ナ、目的速成の為には29.0℃以下の程度を採用 しなければならないことが確認された。但し叙造 祖度が212℃未満になるとMg合金の製性変形 能が低下して割れを生ずる傾向が強くなるので、 結局第2段目の鍛造協定は212〜290℃の範 題に設定するのが最巻である。

尚とれまでの説明は鍛造を2段階で行なり場合 についてであつたが、3段階或は4段階以上に分 けて鍛造を行なりととも勿論可能であり、との場 合は2段目以降最終線造までの総圧下率が30% 以上、より好ましくは50%以上となる様に各段 の圧下率を調節すると共に、最終段の鍛造程度を 212~290℃の範囲に設定するととにより、 前述の2段階銀造の場合と同様1方向、1T方向 の何れの機械的性質にかいても単純した鍛造品を 得ることができる。

もなみに下記館1投は、1収銀漁及び4収銀漁 までの複数収銀漁において、各段の銀漁条件を積 本変えた場合の機械的性質に与える影響を、多数 の実験データの中から抜粋して示したものである。 尚第1収銀漁時の業材メタルフローに対する圧下 方向の如何(平行又は難度)を問わず、2収目以 能の銀漁時の圧下方向がすべてメタルフローに対

## し垂直となるととは先に説明した通りである。



n 1 表

							gr.	1	波							
	·	製造スケジュール								<b>摩針紅頭</b> 器						
夹 験 No.	安却メダルフロー	はメタルフロー 第1級目級盗 第2段目		自鉄送	选 第3段目假选		第4段目録為		1. 方向		,上丁方向		1	偏考		
	に対する圧下が向	蓝度(*0)	<b>庄下≭</b> (36)	温度(切)	医下半	以度(~0)	医下半	粗度("0")	年下半 (%)	引張強さ Mt/m2	對力 ksf/m²	# U (96)	引張強さ kg1/m²	耐力 kg[/==2	# of (96)	
-	平行	405	80	_	_	-	-	-,	-	3 3	26	1 5	30	13.	16	比较例
2		250	80	-	_	-	_	_	-	30	18	17	3 3	22	18	出校例
3		405	80	250	50	-	-	-	-	33	2.7	1.5	31.6	17	17	突施例
-	<del> </del>	305	80	250	50	-	_	-	-	30	20	17	3 2	20	16	出級例
5		405	80	350	50	-	-	-	-	33	27	15	30	14	15	出校的
		390	80	330	50	250	30	-	-	34	27	16	32	18.5	1.6	実施例
	<del> </del>	400	1	<del> </del>	50	300	30	260	20	34	27.5	16	32.5	19	15	実統例
-		395	+	+	50	<del> </del>	30	330	20	33	25.5	16	30.5	14.5	. 1 6	比较例
-	平行	405	<del> </del> -		+ -	+=	<del>  -</del>	<del>  -</del>	<del>  -</del>	34	28	10	3.0	13	20	出級例
-	1 1 1	<del>-  </del>	+		+-	+-	+	╀-	+-	28	22	1 3	30	21	1.8	比较
1		250			╂	╂	<del>  -</del>	+-	<del>  _</del>	34	28	1.6	3 31.5	18	10	实施9
1		400	-	╂	1-		+-	+-	<del>                                     </del>	31	20	11	31	18	11	B HARF
L	2 亞位	300	) вс	250	B (	1 -	<u> </u>	تــــــــــــــــــــــــــــــــــــــ								<del></del>

各类吸例共各工程で倒造统入和实施

符篇唱60-221142 (6)

第1表からも明らかな様化、第1段の銀造条件、第2段目以降の圧下率及び最終股の銀造温度のいずれもが前配好連範囲と合致する本発明の実施例では、L方向及びLT方向の各根域的性質がいずれも及好な銀造製品が得られているのに対し、本発明の要件を1つでも欠く比較例で得た銀造製品の機械的性能は、以下に示す如く十分とは言えない。

Ma 1 , Ma 9 : 第 1 段の鍛造条件は適正であるが、 第 2 段目以降の鍛造を行なつていない為、 特にL T 方向の耐力が劣悪である。

No. 2 , No. 1 0 : 第1段目の鍛造温度が低すぎる 為、1方向の耐力が低い。

Ma4,Ma12:第2段階の鍛造を行なつているが、第1段の鍛造程度が低すぎる為L方向の射力が不十分である。

No.5: 第1段の叙述条件は減正であるが、第2 収目(最終段)の叙述温度が低すぎる為、 LT方向の耐力が低い。

148:第4段(最終段)の銀造猟炭が低すぎる

為やはりLT方向の耐力が十分に改善されていない。

以上、本発明の構成及び作用効果を矩形素材の 鍛造例を挙げて説明してきたが、とうした効果は 炬形素材に限定されず円柱状素材等に適用した場 合でもほぼ問程度に発揮され、また拘束奴造及び 自由銀造の何れに適用する場合でも本質的効果は 同等に発揮されるが、引張強度及び耐力は拘束級 造法を採用した場合の方が高い値を得ることがで き、強度や耐力のばらつきる小さくなることを確 ほしている。また本発男では艀に第1段の鍛造員 皮を従来抜化比べて高めに設定している為素材が 飲化する恐れがあり、穀造袋錦入れしたものと放 冷したものとでは軟化の程度がかなり異なつてく るととが考えられ、殊化大物製造品についてはそ の違いが顕著に現われると考えられる。従つてと の様な高温軟化に超因する機械的性質の姿動を訪 止し安定した品質の飲造品を得る為には、少なく とも第1段の似造体、より好せしくは各段の敷造 処理技に叙遺焼入れを施すととが望まれる。

以上の様な本発明鍛造法の特徴が有効化発揮される鍛造業材は、前述の様に 2 K 5 0 A 合金を代数的に含む M g - 2 n - 2 r 合金であるが、これ 5 3 種の元素の好ましい含有率は下配の通りである。

Zn:1.5~6.5% Zr:0.45%以上

Mg: 践部

しかして2nが1.5 多未満では2nの有する強度向上効果が有効に発揮されず、一方 6.5 多を超えると合金銭塊を作るときに割れが発生し易くなると共に製造加工性も分裂になる。2rは結晶粒像細化元素として0.4 5 が以上を必須とするもので、その上限は特に存在しないが、Mgへの2rの固符度の上限は800℃で0.8 多程度であるので、0.8 多程度以下に定めるのが一般的と言える。

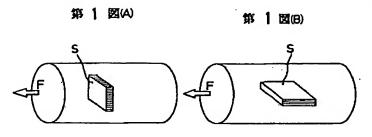
本発明は以上の様に構成されており、要は第1 数の超過条件、第2数目以降最終設までの圧下率 及び最終数の級過程度を厳密に数定するととによって、1方向及び1.T方向の何れの扱続的性質も 仮めて良好なMgースnースr合金酸造品を提供 し得ることになつた。

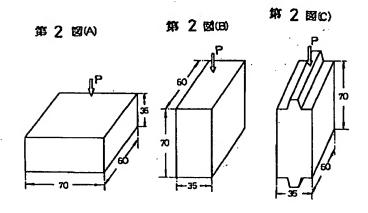
4.図面の簡単な説明

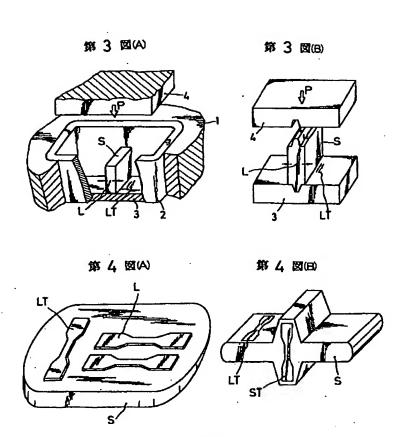
第1回(4),四は製造試験用票材の採取法を示す 説明因、第2回(4),四,口は供試業材の形状及び 寸法を示す見取り図、第8回(4),四は鍛造試験法 を示す説明図、第4回(4),回は鍛造品からの試験 片採取位置を示す説明図、第5回は第1数目の銀 造条件を変えた場合のメタルフローの変化を示す 金属組織の国面代用顕微鏡写真、第6~11回は、 鍛造品の複数的性質に及ぼす鍛造选度及び圧下率 の影響を示す実験結果のグラフである。

出頭人 株式会社神戸製鋼所代理人 弁理士 植木久 (

## 特徴昭GO~221142 (ア)

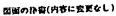


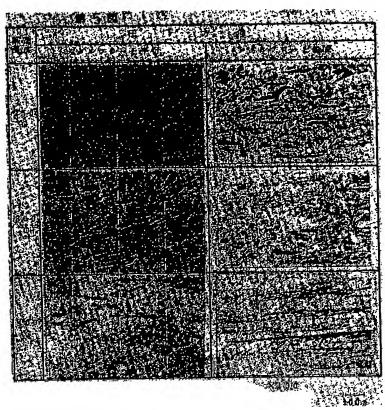


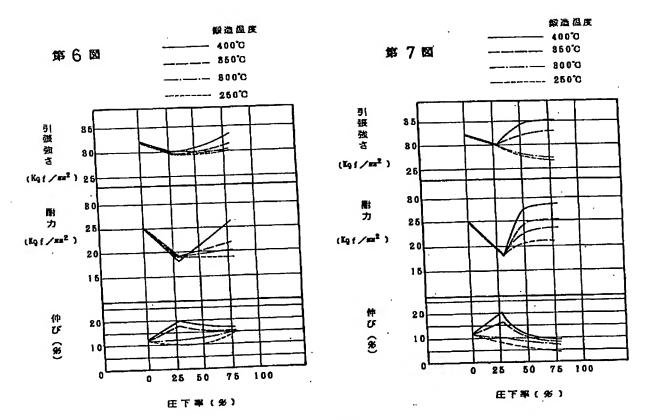


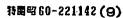
## **BEST AVAILABLE COPY**

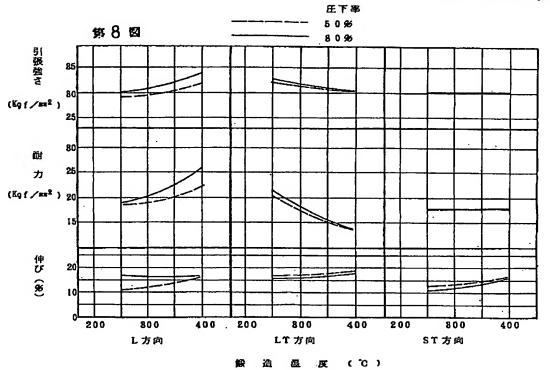
特質昭60-221142(8)

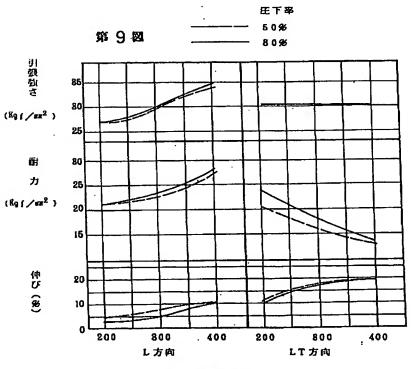




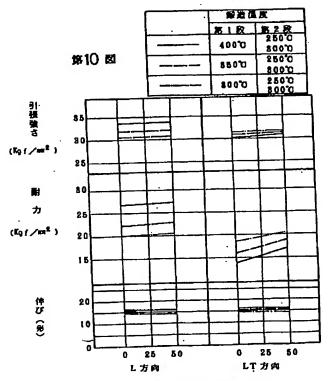




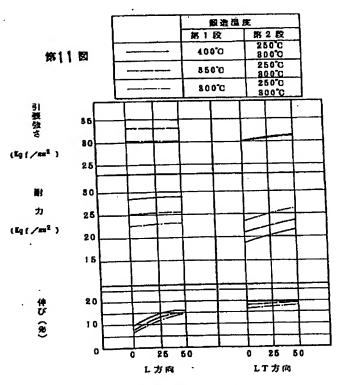




鍛造温度(°O)



第2段目の圧下率(券)



第2段目の任下率(労)

#### 手統補正書(方式)

昭和80年 3月 4日

#### 特許庁長官 志 賀 学 嗣

生の要素

1.事件の表示

**羽和59年特許顧第68823号** 

2.発明の名称

Mg-Zn-Zr合金の銀造方法

3.猫正をする者

本件との関係 特許出版人 神戸市中央区脇鉄町一丁目3番18号 (119)株式会社 神戸製鋼所 代表者 牧 年 彦

4.代 理 人 〒530

大阪市北区党島2丁目3番7号

シンコービル

電話 大阪(08) 343-2325(代)

(7540) 弁理士 植 木 久

5. 補正命令の日付

四和58年 8月25日 (発送日)

8.袖正の対象

明細書全文及び図面

7.補正の内容

(1)明細密を別紙のタイプ静凿と差し替えま (2)第5図を別紙のものと差し替えます。

60.3.5. 出版第二章

## **BLANK PAGE**